1877
Lane Medical Library

Beweis für die Weiterfunktionirnng

des

transfundirten Blutes

derselben Species

durch

die Bestimmung der gesamten Blutmenge.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshülfe,

welche

nebst beigefügten Thesen

mit Zustimmung der Hohen Medicinischen Facultät

der Königl. Universität Greifswald

am

Sonnabend, den 6. März 1897

Mittags 2 Uhr

öffentlich verteidigen wird

Robert Borgolte

aus Westfalen.

Opponenten:

Herr Drd. med. Adolf Süssmuth.
Herr cand. med. Victor Tomaschny.
Herr cand. med. Hans Ullmann.

Greifswald.
Buchdruckerei C. Sell (Hans Adler).
1897.

Seinen teuren Eltern

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154003_0131

Wohl wenige Kapitel aus dem reichen Historienbuche der Heilkunde zeigen uns in so buntem Wechsel glänzende und dunkle Blätter, wie die „Geschichte und Sage" der Transfusion. Bei ihrem ersten Auftauchen mit den kühnsten Hoffnungen begrüsst, sank sie im Laufe des vorigen Jahrhunderts allmählig in so tiefe Vergessenheit, dass sie im Beginn des unsrigen gewissermassen neu entdeckt zu werden schien, um von da an wieder den Gegenstand begeisterten Strebens und Forschens für zahllose Gelehrte zu bilden.

Die Hauptfrage, welche das Fundament für die gesamte Transfusionslehre bildet, und über welche deshalb von den ersten Anfängen bis auf den heutigen Tag disputirt worden ist, ist die Frage: Vermag das übertragene Blut sich in der Blutbahn des neuen Individuums zu erhalten und lebenskräftig fortzufunktioniren, oder fällt es dem Untergange anheim? Dass das transfundirte Blut einer fremden, selbst nahe verwandten Art sich nicht innerhalb der neuen Blutbahn zu conserviren vermag, dass sich vielmehr die roten Blutkörperchen der einen Art in dem Serum der anderen auflösen, ist als eine vornehmlich

durch Landois' Versuche nunmehr unumstösslich festgestellte Thatsache zu betrachten; daher ist die Transfusion mit fremdem Blute als eine nicht nur nicht heilbringende, sondern sogar gefährliche Operation ein für allemal aus der Welt geschafft.

Wie aber verhält sich das Blut derselben Species? Durch zahllose Untersuchungen der hervorragendsten Forscher, namentlich durch die umfangreichen Arbeiten Landois' ist absolut sicher gestellt worden, dass das Blut derselben Species ohne jede Gefahr für das empfangende Individuum übertragen werden kann, und dass das übertragene Blut lebensfähig weiterfunktionirt. Auf diesem Standpunkte stehen weitaus die meisten Forscher, die sich jemals eingehender mit der Transfusionsfrage beschäftigt haben.

Der Beweis für das Erhaltenbleiben des transfundirten Blutes derselben Species kann durch drei Momente erbracht werden:

1. Ein Tier, welchem nach voraufgehendem Aderlasse eine Transfusion mit Blut der gleichen Art gemacht worden ist, zeigt nach derselben keine Krankheitserscheinungen, keinerlei Zeichen des Blutzerfalles; das Befinden des Tieres ist durchaus ungestört, der Appetit ist gut wie vorher, der Stoffwechsel zeigt keine Abnormitäten, die Körpertemperatur keine anhaltende Abweichung von der Norm; die Untersuchung seiner Ausscheidungsprodukte ergiebt keinerlei pathologische Bestandteile, insbesondere sind im Harne weder Eiweiss noch

Blut- oder Gallenfarbstoffe nachweisbar, kurz, das Tier verrichtet all' seine Lebensfunktionen nach wie vor, ohne eine Änderung in seinem Wohlbefinden zu zeigen. Anders bei einem Tiere mit gleich grossem Aderlasse, bei dem jedoch keine Transfusion vorgenommen wird; ein solches zeigt deutliche Zeichen der Störungen seiner normalen Functionen, von denen es sich erst allmählig wieder erholt, vorausgesetzt, dass es überhaupt den Eingriff übersteht.

2. Einen zweiten Beweis für die Weiterfunktionirung des transfundirten gleichartigen Blutes liefert die Zählung der roten Blutkörperchen nach der Transfusion, wenngleich dieser Punkt noch nicht unbedingt beweisend ist, da bei geich grossbleibender Blutkörperchenzahl die Quantität des Blutes wechseln kann.

Das Erhaltenbleiben der roten Blutkörperchen ist bereits von Panum beobachtet und durch spätere Untersuchungen, namentlich von Worm-Müller, bestätigt worden. Diese Forscher fanden vermittelst der Blutkörperchenzählung, dass kurze Zeit nach einer Transfusion ohne voraufgehende Depletion die Zahl der roten Blutkörperchen vermehrt war. Diese Vermehrung erreichte ungefähr am zweiten Tage nach der Transfusion ihren Höhepunkt, um von da an successive wieder abzunehmen, bis nach etwa 3—4 Wochen die ursprüngliche Zahl wieder erreicht war. Zu demselben Ergebnis kam Dettmar, welcher in W. S. 95/96 im hiesigen physiologischen

Institute eine Reihe von Versuchen anstellte, in denen er eine längere Zeit hindurch nach der Transfusion eine Zählung der roten Blutkörperchen vornahm. Derselbe statuirte ausserdem, dass, wenn nach voraufgehender Depletion ein gleich grosses Blutquantum transfundirt wurde, die Blutkörperchenzahl dieselbe blieb wie vorher.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die fremden Blutkörperchen derselben Species, die wichtigsten Bestandteile, durch welche dem Blute seine wiederbelebende Kraft zukommt, vollkommen funktionsfähig transplantirt werden können und sich ebenso lange lebensfähig zu conserviren vermögen, als die in normalen Blute enthaltenen.

3. Den dritten Beweispunkt bildet die Bestimmung der gesammten Blutmenge nach einer stattgehabten Transfusion. Panum und später Worm-Müller konstatirten zuerst, dass die durch eine Transfusion ohne voraufgehende Depletion stattfindende Vermehrung der Blutmasse nicht anhaltend, sondern nur vorübergehend ist, so zwar, dass schon innerhalb 2—5 Tagen höchstwahrscheinlich die Blutmenge zur Norm zurückkehrt. Schon kurze Zeit nach der Transfusion diffundirt nämlich das Btutplasma durch die Wände der feinsten Gefässe in die umgebenden Gewebe, welcher Vorgang ungefähr 2—4 Tage andauert; um dieselbe Zeit zeigt die Vermehrung der roten Blutkörperchen ihren Höhepunkt. Ferner ist unmittelbar nach der Transfusion eine bedeutende

Steigerung der Harnstoffausscheidung zu beobachten, die einige Tage anhält und sich dann allmählich wieder verringert. In Übereinstimmung mit Versuchen von Worm-Müller bezieht Landois die unmittelbar nach der Transfusion stattfindende erheblichere Harnstoffausscheidung auf eine Einschmelzung der Eiweisstoffe der Blutflüssigkeit, die sich daran anschliessende geringere jedoch auf eine allmähliche Einschmelzung der roten Blutkörperchen. Die Thatsache, dass nach einer Transfusion ohne vorhergehende Depletion die vermehrte Blutmasse schon nach kurzer Zeit wieder auf das ursprüngliche Quantum reduciert wird, erklärt sich somit aus 2 Umständen: 1. Aus dem Austritt des Blutplasmas aus den Gefässen. 2. Aus dem schnellen Zerfall der Eiweissstoffe der Blutflüssigkeit und der Ausscheidung derselben in Form von Harnstoff.

Wie aber verhält sich die gesammte Blutmenge nach einer Transfusion mit vorhergehender Depletion?

Durch 3 Versuche an Hunden fand Landois nur eine geringe Abweichung der Blutmenge von der normalen, die jedoch bei den temporären Schwankungen der Blutmenge überhaupt nicht in Betracht kommen kann.

1. Hund erleidet einen Aderlass von 115 gr, unmittelbar darauf erhält er von seinem eigenen defibrinirten Blute 105 gr zurück. Nach 3 Tagen wird das Tier getötet und seine gesamte Blutmenge bestimmt auf 417 gr $= {}^{1}/_{13,27}$ seines Körper-

gewichtes am Todestage = 5576 gr. Der Hund hatte hiernach 8,8 gr Blut zu wenig.

2. Hund wird zur Ader gelassen: 163 gr. entleert, darauf 163 gr defibrinirt transfundiert (Hiervon waren 18 gr fremdes Blut von einem anderen gesunden Hunde). Nach 6 Tagen wird seine Blutmenge bestimmt auf 324 gr = $^1/_{12,9}$ seines Köpergewichts vor dem Verblutungstode = 4424 gr, — 5,7 gr fehlen an der Blutmenge zu $^1/_{13}$ des Körpergewichtes gerechnet.

3. Hündin, sehr kräftig, erleidet einen Aderlass von 161 gr und unmittelbar darauf eine Transfusion von demselben defibrinirten Blute im Betrage von 135 gr. Nach 10 Tagen beträgt die Blutmenge 423 gr = $^1/_{11,9}$ des Körpergewichtes unmittelbar vor der Verblutung = 5063 gr. Rechnet man die Blutmasse = $^1/_{13}$, so hatte der Hund 24,5 gr Blut zu viel. Es ist hierbei als wichtig zu erwähnen, dass alle drei Hunde in der Zeit zwischen der Operation und dem Verblutungstode ihre Lebensfunktionen in ganz normaler Weise verrichtet hatten, und dass ihr Harn dauernd freigeblieben war von pathologischen Bestandteilen.

Mit dem Resultate Landois' stimmt ein ausserordentlich interessantes Experiment von Panum überein:

Bei einem ganz jungen Hunde von 2420 gr Gewicht wurden im Laufe von $2^1/_2$ Stunden 5 mal nach einander abwechselnd Blutentleerungen und

Transfusionen in der Weise vorgenommen, dass nach und nach 330,8 gr Blut entleert und dafür 301,8 gr defibrinirtes Blut anderer Hunde transfundirt wurde. Die ursprüngliche, wie gewöhnlich zu $^1/_{13}$ des darmreinen, zu 2360 gr berechneten Tieres, angenommene Blutmenge konnte nur zu 182 gr veranschlagt werden. Die einzigen nach dieser Operation beobachteten Störungen waren die, dass der Hund am ersten Tage dünnflüssige, ein wenig blutig gefärbte Excremente entleerte; im übrigen blieben die Munterkeit und der Appetit des Tierchens ungestört. Von seinem ursprünglichen Blute konnte dasselbe nicht mehr als circa 9 % bewahrt haben, während 91 % seines Blutes nunmehr aus dem ursprünglich fremden, in defibrinirtem Zustande transfundirten Blute bestehen musste. — Zwei Tage später wurde dieser Versuch mit demselben Hündchen wiederholt. Durch abwechselnde Blutentleerungen und Transfusionen wurden in 4 Reprisen im Laufe von $1^1/_2$ Stunden 265 gr Blut entleert und statt dessen 253 gr defibrinirtes Blut eines anderen Hundes transfundirt. Nach Beendigung dieses Versuches konnte der Hund nicht mehr als 2 oder höchstens 3,5 gr, d. h. 1,14 bis höchstens 1,88 % seines ursprünglichen Blutes besitzen. Der ganze Rest, also 98—99 % des Blutes, womit er jetzt funktionirte, musste von den Transfusionen des defibrinirten Blutes der fremden Hunde herrühren. Dessen ungeachtet gingen die Funktionen vollkommen normal von statten, Harn und Excre-

mente blieben fortwährend normal, namentlich ohne Spuren von Blut. — Nach Verlauf von drei Tagen wurde demselben Hündchen, wie früher, abwechselnd Blut entzogen und defibrinirtes Blut transfundirt, und zwar so, dass ihm in 4 Reprisen 267,7 gr Blut entzogen und dafür 265,9 gr defibrinirtes Blut von zwei grossen Hunden transfundirt wurde. Im ganzen waren nun diesem Hündchen, dessen ursprüngliche Blutmenge auf etwa 182 gr veranschlagt worden war, nicht weniger als 863,5 gr Blut entzogen, und es waren ihm dafür 820 gr defibrinirtes Blut anderer Hunde transfundirt worden, also $4^1/_2$ mal so viel als seine habituelle Blutmenge betrug oder $^1/_3$ seines Körpergewichtes. Von seinem ursprünglichen Blute konnte es nur noch 0,139 bis höchstens 0,548 gr, d. h. 0,7 bis höchstens 3 pro mille besitzen. Als das Tier nunmehr am fünften Tage nach der letzten Transfusion getötet wurde, betrug seine Blutmenge 153,2 gr = 7,8 % des Körpergewichtes am Todestage = 1958 gr. Die Blutmenge war also im Verhältnis zum Körpergewicht normal.

Hiermit war zur Genüge bewiesen, dass die mit dem defibrinirten fremden Blute transfundirten Blutkörperchen wirklich so transplantirt worden waren, dass sie dem Tiere als lebendige Bestandteile eigentümlich angehörten, und dass sie ganz wie die ursprünglichen Blutkörperchen funktionirten, deren Menge ja bereits nach der ersten Transfusion auf 9%, nach der zweiten auf 1,14—1,88% und nach

der dritten selbst auf höchstens 0,3 % reducirt war.

Durch meinen hochverehrten Lehrer Herrn Geheimen Medicinal-Rat Prof. Dr. Landois, wurde mir nun die Aufgabe gestellt, nochmals an Kaninchen nach vorhergehender Depletion den Einfluss der Transfusion mit Blut derselben Species auf die gesamte Blutmenge des Organismus zu prüfen. Ich habe im ganzen 7 derartige Versuche ausgeführt und zwar in der Weise, dass ich bei dem ersten Tiere am 3. Tage, beim zweiten am 6. Tage, beim dritten am 9. Tage u. s. w. bis zu 3 Wochen nach der Transfusion die Blutmenge bestimmte; ausserdem habe ich zur Vergleichung nochmals bei drei normalen Kaninchen (ohne voraufgegangene Transfusion) die gesamte Blutmenge bestimmt.

Bevor ich die von mir angestellten Versuche anführe, sei es mir erlaubt, kurz auf die Methode der Blutmengenbestimmung einzugehen. Von den verschiedenen Methoden, welche zur Bestimmung des gesamten Körperblutes ersonnen worden sind, haben die älteren, von Valentin (1838) und Eduard Weber (1850) wegen der erheblichen Ungenauigkeit der Resultate, welche sie liefern, nur noch historisches Interesse. In ein neues Stadium trat die Frage der Blutmenge durch die geistreiche Idee Welckers (1854), die Blutfärbekraft bei der Bestimmung der Blutmenge zu benutzen. Diese Methode besteht darin, dass man sich eine Blut-

probe des zu untersuchenden Individuums verschafft und sodann durch Ausspritzen der Gefässe mit Wasser und durch Auswaschen des zerkleinerten Körpers in Wasser die gesamte Blutmenge auszuziehen sucht. Man erhält hierdurch eine wässerige Lösung des Blutrotes, deren Gehalt an Blut oder Wasser man vermittelst der vorher gewonnenen Blutprobe zu bestimmen sucht, indem man dasselbe mit soviel Wasser verdünnt, bis man die Farbe des Waschwassers erzielt hat. Aus dem gemessenen Volumen des Waschwassers und der Menge des zur Verdünnung der Blutprobe angewandten Wassers berechnet man sodann die Menge des Blutes in jenem.

Indes diese Welcker'sche Methode besitzt noch 3 Fehler, welche bei der Blutbestimmung die Resultate trüben, nämlich a) Das venöse Blut besitzt eine beträchtlichere Färbungskraft als das arterielle (im Mittel 112 : 100) b) Beim Ausspritzen der Gefässe mit Wasser werden die noch zurückgebliebenen roten Blutkörperchen aufgelöst; in aufgelöstem Zustande durchtränken dieselben die Gewebe, so dass es immer misslich ist, wenn die Gewebe auch ausgepresst werden, allen Blutfarbstoff zu bekommen c) Durch Behandlung der Muskeln mit Wasser wird nebenbei der Muskelfarbstoff gewonnen.

Diese Fehler eliminirt und damit die Welcker'sche Methode nicht unwesentlich verbessert zu haben, ist des Verdienst Gscheidlen's. Den ersten Fehler beseitigte er dadurch, dass er das

Blut einem chemischen Agens aussetzte, welches beide Blutarten gleich färbt; ein solches Agens ist das Kohlenoxydgas. Die beiden anderen Fehler schloss er dadurch aus, dass er die Gefässe des Tieres mit einer Flüssigkeit ausspritzte, welche die roten Blutkörperchen intact lässt und den Muskelstoff nicht löst; eine solche Flüssigkeit ist 0,6% Kochsalzlösung.

Die Welcker'sche Methode mit der Gscheidlen'schen Modifikation habe auch ich bei meinen Versuchen angewandt.

Die Versuche führte ich in folgender Weise aus: Es wurde den Tieren durch Aderlass aus der Vena jugularis externa etwa $^1/_4$—$^1/_3$ ihrer gesammten Blutmenge entzogen, und unmittelbar darauf wurde ihnen dieselbe Menge frischen defibrinirten Blutes von einem anderen Kaninchen transfundirt. Der Kontrolle halber wurden die Tiere vor und nach der Transfusion gewogen. Sodann wurden die Tiere zur Beobachtung in einen Observations-Kasten gesetzt und täglich der aufgefangene Harn auf Eiweiss, Zucker, Blut- und Gallenfarbstoff untersucht. Nach abgelaufener Frist wurden die Kaninchen getötet. Eine Carotis wurde möglichst ohne Blutverlust freipräparirt und durchschnitten und das ausströmende Blut in einer Schale aufgefangen, in welcher es durch Schlagen mit einem Glasstabe defibrinirt wurde. Darauf wurde, nachdem die beiden Jugularvenen sowie die Vena cava inferior eröffnet waren, in die beiden Enden der durchschnittenen Carotis

eine mit Salzlösung gefüllte |–förmige Canüle eingebunden und diese vermittelst eines Kautschukschlauches mit einem Irrigator in Verbindung gebracht, der etwa $2^1/_2$ Meter emporgezogen wurde, um die Kraft des durchspülenden Stromes zu verstärken. Die Durchspülung wurde so lange fortgesetzt, bis die Flüssigkeit farblos abfloss und die Gefässe selbst ganz blass waren, was man besonders an den Carotiden und den Gefässen der Bauchhöhle sehr schön beobachten konnte. Nach der Durchspülung wurde der Magendarmkanal und die Harnblase herausgenommen, ihr Inhalt gewogen und von dem vor dem Tode festgestellten „Rohgewichte" abgezogen, um das „Reingewicht" des Tiers zu erhalten. Hierauf wurden die einzelnen Organe sowie die Muskeln und Knochen möglichst fein zerhackt und 24 Stunden lang in 0,6% Kochsalzlösung ausgelaugt.

Die Blutbestimmung selbst nahm ich folgendermassen vor: Zunächst wurde ein Teil des reinen Blutes sowie der Waschflüssigkeiten mit Kohlenoxydgas gesättigt, um das Haemoglobin in Kohlenoxydhaemoglobin überzuführen; sodann wurde 1 ccm des mit Kohlenoxydgas gesättigten reinen Blutes durch Zusatz von destillirtem Wasser auf ein Volumen von 100 ccm verdünnt, so dass also jedes ccm der Mischung 0,01 ccm Blut enthielt; hiervon wurde 1 ccm in ein Haematinometer gebracht und so lange Wasser aus einer graduirten Bürette zugefügt, bis die Farbe die nämliche war wie die der

Waschflüssigkeit, welche sich nach dem Filtriren in einem andern Haematinometer befand. Aus der Menge des zugefügten Wassers zu der Blutlösung und dem gemessenen Volumen der Waschflüssigkeiten wurde nun der Blutgehalt in letzteren in ccm bestimmt. War das Volumen des in der Waschflüssigkeit befindlichen Blutes bestimmt, so wurde es auf gr berechnet, indem es mit dem specifischen Gewichte des Blutes, welches bei Kaninchen in Mittel 1,050 beträgt, multiplizirt wurde. Durch Division des Reingewichtes durch die gesamte Blutmenge erhielt ich sodann das Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewichte.

Ich lasse nunmehr die einzelnen Versuche selbst folgen. Zuvor will ich noch bemerken, dass bei normalen Kaninchen das Verhältnis der Blutmenge zum Körpergewicht von den meisten Forschern zwischen $^1/_{15}$ und $^1/_{22}$, im Mittel zu $^1/_{20,1}$ angegeben wird.

A. Bestimmung der Blutmenge bei normalen Kaninchen.

(Vorversuche zur Controlle)

Versuch I.

Ein weisses Kaninchen von 1892 gr Körpergewicht wird durch Verblutung aus einer Carotis getötet. Die Menge des direkt aufgefangenen Blutes beträgt 50 gr. Nach Ausspülung der Gefässe mit 0,6 % Kochsalzlösung wird der Inhalt des Magen-Darmkanales und der Harnblase gewogen = 365 gr;

diese vom Rohgewichte abgezogen, bleibt ein Reingewicht von 1527 gr. Die Menge der Spülflüssigkeiten beträgt 6038 ccm, die darin enthaltene Blutmenge 21,5 ccm = 22,57 gr. Die gesamte Blutmenge beträgt demnach 72,57 = $^1/_{21}$ des Körpergewichtes des darmreinen Tieres.

Versuch II.

Bei einem grauen 1701 gr schweren Kaninchen beträgt die bei der Verblutung aufgefangene Blutmenge 63 gr. Nach Abzug des Darminhaltes und Harnes im Betrage von 206 gr vom Rohgewichte bleibt ein Reingewicht von 1495 gr. Die Menge des Blutes in den 4275 ccm Spülflüssigkeit beläuft sich auf 16,2 ccm = 17 gr Die gesamte Blutmenge beträgt also 80 gr = $^1/_{18,7}$ des Reingewichtes.

Versuch III.

Ein graues Kaninchen, 1862 gr schwer, erleidet den Verblutungstod. Aus einer durchschnittenen Carotis werden 73 gr Blut aufgefangen. Das Gewicht des Kothes und Harnes beträgt 260 gr; dies vom Rohgewichte abgezogen, bleibt ein Reingewicht von 1602 gr. Durch Ausspritzen der Gefässe und Auslaugen des zerhackten Körpers mit 0,6 % Kochsalzlösung werden 4710 ccm blutig gefärbter Flüssigkeit erhalten mit zusammen 14,6 ccm = 15,3 gr Blut. Demnach beläuft sich die gesamte Blutmenge auf 88,3 gr = $^1/_{18,1}$ des Körpergewichtes vor der Verblutung.

Nach meinen Versuchen stellt sich somit bei normalen Kaninchen das Verhältnis der Blutmenge zum Körpergewicht im Mittel auf $^1/_{19,2}$.

B. Bestimmung der Blutmenge bei Kaninchen nach voraufgegangener Transfusion.

Versuch I.

Ein schwarzes Kaninchen, 1580 gr schwer, erleidet einen Aderlass von 25 ccm; gleich darauf wird ihm dieselbe Menge frischen gut defibrinirten Blutes von einem anderen ausgewachsenen Kaninchen transfundirt. Das Befinden des Tieres ist danach ein durchaus gutes; es wird zur Beobachtung in einen Observations-Kasten gesetzt; der während der Versuchszeit entleerte Harn war stets frei von Eiweiss, Zucker, Blut- und Gallenfarbstoff.

Drei Tage nach der Transfusion wird das Tier durch Verblutung aus einer Carotis getötet; die Menge des aufgefangenen Blutes ist = 39 gr. Das Gewicht des Darminhaltes und Harnes beträgt 160 gr; nach Abzug dieser vom Rohgewichte = 1550 gr bleibt ein Reingewicht von 1390 gr. Die Spülflüssigkeiten haben zusammen ein Volumen von 4750 ccm mit 29,2 ccm = 30,6 gr Blut. Die gesamte Blutmenge beläuft sich somit auf 69,6 gr = $^1/_{20}$ des Körpergewichtes unmittelbar vor der Verblutung.

Versuch II.

Einem braungelben kräftigen Kaninchen von 3080 gr Körpergewicht, werden durch Aderlass aus der Jugularvene 44 ccm Blut entzogen; etwa 10 Minuten später werden ihm 44 ccm frischen defibrinirten Blutes von 2 jungen Kaninchen wieder eingelassen. Das Tier ist nach der Operation vollkommen munter; es bekommt dasselbe Futter, wie vorher, welches es mit demselben guten Appetit verzehrt, wie früher. Der Harn bleibt dauernd frei von pathologischen Bestandteilen.

Am 6. Tage nach der Operation wird das Tier getötet, nachdem das Körpergewicht auf 3096 gr festgestellt ist. Aus der durchschnittenen Carotis werden 63 gr Blut aufgefangen. Das Gewicht des Inhaltes des Magen-Darmkanales und der Harnblase im Betrage von 320 gr wird von dem Rohgewichte abgezogen, so dass sich ein Reingewicht von 2776 gr ergiebt. Die Ausspülung der Gefässe und Auslaugung des zerhackten Körpers liefern 8705 ccm blutig gefärbter Flüssigkeit mit zusammen 64,2 ccm = 67,4 gr Blut; dies zu dem direkt aufgefangenen Blutquantum addirt, ergiebt eine Gesamtblutmenge von 129,4 gr = $^1/_{21,4}$ des Körpergewichtes des darmreinen Tieres.

Versuch III.

Einem schwarzen, 2015 gr schweren, Kaninchen wird aus der Vena jugularis externa ein Aderlass

von 30 ccm gemacht; sofort hinterher wird ihm dieselbe Menge frischen defibrinirten Blutes eines anderen ausgewachsenen Kaninchen transfundirt; das Tier zeigt nach der Transfusion keine Abweichung von seinem Verhalten vor derselben. Während der ganzen Dauer der Versuchszeit können Eiweiss, Zucker, Blut- und Gallenfarbstoff im Harne nicht nachgewiesen werden.

Am 9. Tage nach der Transfusion erleidet das Tier den Verblutungstod; die Menge des direkt aufgefangenen Blutes beträgt 54 gr. Von dem vor der Verblutung festgestellten Rohgewichte von 1970 gr ist das Gewicht des Kothes und Harnes = 246 gr in Abzug zu bringen, so dass sich ein Reingewicht von 1724 gr ergiebt. Die durch Ausspülen der Gefässe und Auslaugen des zerhackten Körpers erhaltene Spülflüssigkeit im Betrage von 5270 ccm enthält 22,3 ccm =23,4 gr Blut, so dass die Gesamtblutmenge zu 77,4 = $^1/_{22,2}$ des Reingewichtes veranschlagt werden muss.

Versuch IV.

Ein schwarzes, 2305 gr schweres, Kaninchen erfährt aus der Jugularvene einen Aderlass von 30 ccm; unmittelbar darauf werden ihm von einem anderen gesunden Kaninchen 30 ccm frischen defibrinirten Blutes wieder eingelassen. Befinden und Appetit des Tieres sind nach der Operation durchaus gut. Die Untersuchung des während der Versuchs-

zeit aufgefangenen Harnes auf Eiweiss, Zucker, Blut- und Gallenfarbstoff fällt stets negativ aus.

12 Tage nach der Transfusion wird das Tier getötet, indem eine Carotis durchgeschnitten wird; aus derselben werden 58 gr Blut aufgefangen. Das Rohgewicht des Tieres unmittelbar vor der Verblutung beträgt 2200 gr; hiervon das Gewicht des Kothes und Harnes = 230 gr abgezogen, ergiebt ein Reingewicht von 1970 gr. Durch Ausspritzung der Gefässe werden 3300, durch Auslaugen des zerhakten Korpers nochmals 1840 ccm blutiggefärbter Flüssigkeit erhalten; diese 5150 ccm Spülflüssigkeit enthalten zusammen 31,2 ccm = 32,7 gr Blut. Die gesammte Blutmenge beträgt demnach 90,8 gr = $^1/_{21,8}$ des Körpergewichtes des darmreinen Tieres.

Versuch V.

Einem grauen Kaninchen mit einem Körpergewicht von 1492 gr werden durch Aderlass 25 ccm Blut entzogen und gleich darauf 25 ccm frischen defibrinirten Kaninchenblutes transfundirt. Das Tier befindet sich wohl. Während der ganzen Dauer der Versuchszeit ergiebt die Untersuchung des Harnes auf Eiweis, Zucker, Blut- und Gallenfarbstoff ein negatives Resultat.

Die am 15. Tage nach der Transfusion stattfindende Verblutung des Tieres liefert 67 gr Blut; das Körpergewicht vor der Verblutung beträgt 1576 gr; davon Inhalt des Magen-Darmkanales und

der Harnblase abgezogen, bleibt ein Reingewicht von 1426 gr.

Die gesamte Spülflüssigkeit repräsentirt ein Volumen von 3500 ccm mit 13 ccm = 13,65 gr Blut. Die gesamte Blutmenge = 80,65 gr beträgt somit $^1/_{17,6}$ des Reingewichtes.

Versuch VI.

Ein graues Kaninchen von 1570 gr Körpergewicht erleidet aus der Vena jugularis externa einen Aderlass von 20 ccm und unmittelbar darauf eine Transfusion von 20 ccm frischen defibrinirten Kaninchenblutes. Das Befinden des Tieres ist gut. Eiweiss, Zucker, Blut- und Gallenfarbstoff können während der ganzen Versuchszeit im Harn nicht nachgewiesen werden.

Am 18. Tage nach der Transfusion wird das Tier getötet. Die aus der durchschnittenen Carotis aufgefangene Blutmenge beträgt 40 gr. Nach Abzug des Gewichtes des Kothes und Harnes im Betrage von 165 gr von dem unmittelbar vor dem Tode festgestellten Rohgewichte = 1596 gr bleibt ein Reingewicht von 1431 gr. Die Spülflüssigkeiten haben ein Volumen von 4932 ccm mit zusammen 28,2 ccm = 29,6 gr Blut. Die gesamte Blutmenge beträgt demnach 69,6 gr = $^1/_{20,5}$ des Körpergewichtes des darmreinen Tieres.

Versuch VII.

Ein graues, 1925 gr schweres, Kaninchen

wird zur Ader gelassen; es werden ihm 25 ccm Blut entleert, und gleich hinterher wird ihm dieselbe Menge frischen Kaninchenblutes wieder zugeführt. Das Tier zeigt nach der Operation keine Abweichung von seinem Verhalten vor derselben. Eiweiss, Zucker, Blut- und Gallenfarbstoff sind während der ganzen Versuchszeit im Harne nicht nachweisbar. 3 Wochen nach der Transfusion erleidet das Tier den Verblutungstod. Die Menge des direkt aufgefangenen Blutes beträgt 56 gr. Von dem vor der Verblutung festgestellten Rohgewichte von 1856 gr ist das Gewicht des Kothes und Harnes = 215 gr in Abzug zu bringen, so dass ein Reingewicht von 1641 gr übrig bleibt. Die durch Ausspülung der Gefässe und Auslaugen des zerhackten Körpers gewonnene Spülflüssigkeit im Betrage von 5210 ccm enthält 22,3 ccm = 23,4 gr Blut; hiernach stellt sich die Gesamtblutmenge auf 79,4 gr = $^1/_{20,6}$ des Körpergewichtes des darmenreinen Tieres.

Übersichts-Tafel A. Blutbestimmung bei normalen Kaninchen.

Versuchs-Nummer	Rohgewicht	Gewicht des Darminhaltes u. Harnes	Reingewicht	Blutmenge in gr.	Verhältnis der Blutmenge zum Körpergewicht	Verhältnis der Blutmenge zum Körpergewicht im Mittel
I.	1892 gr.	365 gr.	1527 gr.	72,57	1 : 21	1 : 19,2
II.	1701 „	204 „	1495 „	80	1 : 18,7	
III.	1862 „	260 „	1602 „	88,3	1 : 18,1	

Übersichts-Tafel B.
Blutbestimmung bei Kaninchen nach vorhergehender Transfusion.

Versuchs-Nummer	Entzogenes resp. transfundirtes Blutquantum	Todestag nach der Transfusion	Rohgewicht	Gewicht des Darminhaltes u. Harnes	Reingewicht	Blutmenge in gr.	Verhältnis der Blutmenge zum Körpergewicht	Verhältnis der Blutmenge zum Körpergewicht im Mittel
I.	25 ccm	3.	1550 gr.	160 gr.	1390 gr.	69,6	1 : 20	1 : 20,5
II.	44 „	6.	3096 „	320 „	2776 „	129,4	1 : 21,4	
III.	30 „	9.	1970 „	246 „	1724 „	77,4	1 : 22,2	
IV.	30 „	12.	2200 „	230 „	1970 „	90,8	1 : 21,8	
V.	25 „	15.	1576 „	150 „	1426 „	80,65	1 : 17,6	
VI.	20 „	18.	1596 „	165 „	1431 „	69,6	1 : 20,5	
VII.	25 „	21.	1856 „	215 „	1641 „	79,4	1 : 20,6	

Betrachten wir das Resultat unserer Versuche, so finden wir in den Mengenverhältnissen des Blutes nach voraufgegangener Transfusion keine Abweichung von denen normaler Tiere. Dieser Befund stimmt im grossen und ganzen mit den Versuchen von Panum und Landois überein, die bei Hunden nach Transfusion mit defibrinirtem Hundeblute die gesammte Blutmenge bestimmten und diese im Verhältnisse zum Körpergewichte normal fanden. Da ich den Tieren etwa $^1/_4$—$^1/_3$ der gesamten Blutmenge entzog, so hätte ich, falls das transfundirte Blut zerfallen wäre, notwendig eine, ungefähr der Grösse des Aderlasses entsprechende, Abweichung von der Norm erzielen müssen, da ein so grosser Blutverlust sich nicht innerhalb solch kurzer Zeit zu regeneriren vermag. Ein Zerfall des übertragenen Blutes wird aber auch dadurch ausgeschlossen, dass die Versuchstiere während der ganzen Beobachtungszeit keinerlei Krankheitsymptome zeigten, dass sie alle ihre Lebensfunktionen in derselben normalen Weise verrichteten, wie vor der Transfusion und niemals pathologische Ausscheidungsprodukte lieferten. Meinen Beobachtungen zufolge muss ich mich somit der Ansicht derjenigen Forscher anschliessen, welche auf dem Standpunkte stehen, dass das fremde Blut derselben Species ohne Gefahr für das empfangende Individuum transfundirt werden kann, und ebenso lebensfähig weiterzufunktioniren vermag, wie das dem Individuum ursprünglich angehörige Blut.

Zum Schlusse meiner Arbeit erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geheimen Medizinal-Rat Prof. Dr. Landois für die freundliche Überweisung des Themas und die liebenswürdige Überlassung des zu den Versuchen notwendigen Materiales, sowie Herrn Dr. Rosemann, Assistenten am hiesigen physiologischen Institute, für seine bereitwillige Unterstützung bei Anfertigung der Arbeit meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Litteratur.

L. Landois, Die Transfusion des Blutes, Leipzig 1875 (358 Seiten mit 4 Tafeln).

— Beiträge zur Transfusion des Blutes, Leipzig 1878 (58 Seiten).

— Artikel: Transfusion in Eulenburgs Real-Encyklopedie der Medizin. 2. Auflage. Wien und Leipzig.

— Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 9. Auflage. Wien und Leipzig 1896. § 47 bis § 107.

Panum, Virchows Archiv Bd. 27, Seite 240—296 und 443—460.

Jac. Worm-Müller, Transfusion und Plethora. Christiania 1875.

H. Dettmar, Einfluss der Transfusion mit Blut derselben Species auf die Zahl der roten Blutkörperchen. Dissertation Greifswald 1896.

Welcker, Prager Vierteljahrschrift. XI. Jahrg. Bd. 4. 1854.

— Zeitschrift für rationelle Medizin. III. Reihe. Bd. 4.

Gscheidlen, Untersuchungen aus dem physiologischen Labatorium zu Würzburg. Bd. 2. 1869.

— Physiologische Methodik. Braunschweig 1876.

Lebenslauf.

Verfasser, Robert Borgolte, katholischer Confession, wurde geboren am 5. December 1873 zu Warbung, Provinz Westfalen als Sohn des Polizei-Serganten Franz Borgolte und dessen Ehefrau Anna geb. Stiewe. Nachdem er den ersten Unterricht in der Elementarschule seiner Heimatstadt genossen, besuchte er von Ostern 1884 ab das Gymnasium ebendaselbst, welches er Ostern 1893 mit dem Zeugnisse der Reife verliess. Er widmete sich dem Studium der Medicin und bezog zu dem Zwecke die Universität Greifswald. Am 6. Februar bestand er das Tentamen medicum und am 11. Februar das Examen rigorosum.

Während seiner bisherigen akademischen Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren Professoren und Docenten:

Arndt, Ballowitz, Beumer, Enderlen (z. Z. in Marburg), Gerstäcker (†), Grawitz, Heidenhain, Helferich, Hoffmann, Holz, Landois, Limpricht, Löffler, Mosler, Oberbeck (z. Z. in Tübingen), Peiper, Pernice, Frh. v. Preuschen, Schmitz (†), Schirmer, Schulz, Solger, Sommer, Strübing.

Allen diesen seinen hochverehrten Herren Lehrern spricht Verfasser an dieser Stelle seinen herzlichsten Dank aus. Mit besonderer Freude widmet er seinen Dank den Herren Geh. Med. Rat Prof. Dr. Sommer, Geh. Med. Rat Prof Dr. Mosler, Geh. Med. Rat Prof. Dr. Pernice, Prof. Dr. Heidenhain und Prof. Dr. Strübing, an deren Institut und Kliniken er längere Zeit als Volontär-Arzt thätig sein durfte.

Thesen.

I.

Die nach Transfusionen mit Blut derselben Species ohne vorhergehende Depletion zu beobachtende Steigerung der Harnstoff - Ausscheidung ist auf eine Einschmelzung der Eiweissstoffe des Blutplasmas zu beziehen.

II.

Das beste prophylactische Mittel gegen die Weiterverbreitung der Tuberculose ist die Vernichtung der tuberculösen Sputa.

III.

Bei Brandwunden ist die Therapie mit einer gründlichen Desinfection einzuleiten.